

明 細 書

光記録媒体、光記録媒体の製造方法及び光記録媒体の再生方法

技術分野

本発明は、光記録媒体に関し、特に、情報の再生に用いられる円盤状の光ディスクに関するものである。

背景技術

従来の光記録媒体としては、例えば、CD-ROM、DVD-ROM等の光ディスクがある。これらの光ディスクでは、ポリカーボネート等からなる透明な基板上に凹凸からなるピット列が形成され、その上にAl等からなる金属反射膜が形成される。この金属反射膜が形成されている面と反対側の表面側から情報記録面となる金属反射膜に光ビームが照射され、情報の再生が行われる。

また、光ビームを照射して情報の記録再生を行う光記録媒体は幅広く利用されており、今後もその記録密度の向上に期待が集まっている。近年では、大容量の画像・音声データやデジタルデータを再生可能な種々の光ディスクが開発され、例えば、直径12cmの光ディスクの記憶容量を23.3～30GBに高密度化する高密度再生専用光ディスクの研究開発が進められている。

一方、DVD再生専用記録媒体では、記録した情報の不正使用及び不正コピー等の防止技術、いわゆるセキュリティ技術として、各記録媒体を個別に識別可能な媒体識別情報をバーコードパターンで重ね書きした領域であるBCA(Burst Cutting Area)領域を設けることが行われている。このBCA領域には、光記録媒体製造時に光記録媒体ごとに異なる媒体識別情報が記録されたり、必要に応じて暗号鍵や復号鍵が記録される。

例えば、特開平10-233019号公報には、主データとしてピット列が形成された光ディスクの金属反射膜をレーザートリミングにより

部分的に除去し、変調したデータを個別に記録することにより、不正使用及び不正コピー等を防止するための媒体識別情報を記録することが開示されている。

しかしながら、上記のように高密度化を達成するためには、トラックピッチが狭ピッチ化されたり、最短ピット長が微小化されるため、直径12cmのディスクに23.3GB以上のデータが記録された高密度光ディスク用基板に、DVD再生専用光ディスクに用いられている膜厚50～70nmのAl合金からなる金属反射膜を形成すると、再生信号の品質が悪化することを見出した。

これは、0.2μm程度の微小なピットの底部には金属反射膜が形成されにくいため、小さいピットほどピット深さが深くなり、ピットの大きさも小さくなる傾向があるからであると考えられる。したがって、上記の高密度再生専用光ディスクの金属反射膜として、DVD再生専用光ディスクに使用されている金属反射膜をそのまま転用することはできなかった。

また、DVD再生専用光ディスクの製造には、YAG (Yttrium Aluminum Garnet) レーザを装備した媒体識別情報記録装置を用いて媒体識別情報が記録される。しかしながら、この媒体識別情報記録装置を用いて、高密度再生専用光ディスクのピットが形成されていない領域やDVD再生専用光ディスクと同じトラックピッチ0.74μmで記録したピット列上に、媒体識別情報をバーコードパターンで記録しても、パターンを形成することができなかつたり、媒体識別情報の再生ノイズが高くなって十分なデフォーカスマージンを確保することができなかった。

これは、高密度再生専用光ディスクでは、DVD再生専用光ディスクに比して金属反射膜の膜厚が薄かつたり、使用する金属反射膜の材料が異なるため、金属反射膜が融点に達するまでの熱容量が大きく異なるからであると考えられる。したがって、従来のYAGレーザを装備した媒体識別情報記録装置をそのまま高密度再生専用光ディスクの製造に用いることができなかった。

発明の開示

本発明の目的は、DVD再生専用光ディスクより高密度にデータを記録することができるとともに、従来の媒体識別情報記録装置を用いて十分なデフォーカスマージンを確保可能な媒体識別情報を記録することができる光記録媒体を提供することである。

本発明の一局面に従う光記録媒体は、主データとしてピット列が形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、前記金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有し、前記金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生する光記録媒体であって、前記副情報領域において前記基板上にピット列又は案内溝が形成され、前記ピット列又は案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であるものである。

この光記録媒体においては、基板上の副情報領域においてピット列又は案内溝を形成し、このピット列又は案内溝のトラックピッチを $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下に設定しているので、より短波長の再生用光ビームで且つより高い開口数の光学系を用いて、DVD再生専用光ディスクより高密度にデータを記録することができるとともに、金属反射膜の固有値である熱伝導度や融点が異なっても、従来の媒体識別情報記録装置を用いて十分なデフォーカスマージンを確保可能な媒体識別情報を記録することができる。

本発明の他の局面に従う光記録媒体の製造方法は、主情報領域に主データとしてピット列が形成され、副情報領域にトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であるピット列又は案内溝が形成された基板を準備する第1ステップと、前記基板上に金属反射膜を形成する第2ステップと、前記金属反射膜上に樹脂層を形成する第3ステップと、前記副情報領域の金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を

記録する第4ステップとを含むものである。

この光記録媒体の製造方法により、基板上の副情報領域においてピット列又は案内溝が形成され、このピット列又は案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下に設定されるので、より短波長の再生用光ビームで且つより高い開口数の光学系を用いて、DVD再生専用光ディスクより高密度にデータを記録することができるとともに、金属反射膜の固有値である熱伝導度や融点が異なっているとしても、従来の媒体識別情報記録装置を用いて十分なデフォーカスマージンを確保可能な媒体識別情報を記録することができる。

本発明のさらに他の局面に従う光記録媒体の再生方法は、主データとしてピット列が形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、前記基板上にトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であるピット列又は案内溝が形成され、前記金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有する光記録媒体の前記金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生するものである。

この光記録媒体の再生方法により、基板上の副情報領域においてピット列又は案内溝が形成され、このピット列又は案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下に設定された副情報領域を有する光記録媒体の金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生しているので、より短波長の再生用光ビームで且つより高い開口数の光学系を用いてDVD再生専用光ディスクより高密度に記録したデータを再生して良好な再生信号を得ることができるとともに、金属反射膜の固有値である熱伝導度や融点が異なっているとしても従来の媒体識別情報記録装置を用いて十分なデフォーカスマージンで記録された媒体識別情報を安定的に再生することができる。

図面の簡単な説明

図1は、ピット深さに対するジッタ値の測定結果を示す図である。

図2は、AgPdCu合金からなる金属反射膜の膜厚に対するジッタ値の測定結果を示す図である。

図3は、Al合金からなる金属反射膜の膜厚に対するジッタ値の測定結果を示す図である。

図4は、ピットを形成した基板上にAgPdCu合金からなる膜厚100nmの金属反射膜を形成した光ディスクの断面図である。

図5は、AgPdCu合金からなる金属反射膜の膜厚に対する反射率の測定結果を示す図である。

図6は、Al合金からなる金属反射膜の膜厚に対する反射率の測定結果を示す図である。

図7は、光ディスクの主情報領域及び副情報領域の一例を示す図である。

図8は、BCA領域に媒体識別情報を記録する媒体識別情報記録装置の構成を示すブロック図である。

図9は、ピットを形成した基板上に金属反射膜を形成し、さらに金属反射膜上に樹脂層を形成した光ディスクの断面図である。

図10は、AgPdCu合金からなる50nmの金属反射膜を有する光ディスクに形成されたピット列のトラックピッチに対するBCA記録パワーのデフォーカスマージンの測定結果を示す図である。

図11は、膜厚30nmのAl反射膜を有する光ディスクに形成されたピット列のトラックピッチに対するBCA記録パワーのデフォーカスマージンの測定結果を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施例による光ディスクとしてROM型光ディスクを例に説明する。なお、本発明が適用される光記録媒体は、この例に特に限定されず、例えば、光磁気ディスク、相変化ディスク等の微細な凹凸を情報記録層に有する各種光学記録媒体にも本発明を同様に適用する

ことができる。

本ROM型光ディスクは、凹凸からなるピット列が主データとして形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光ディスクを個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有し、金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報が再生されるものである。

一般に、ROM型光ディスクの高密度化には、トラックの狭ピッチ化及び最短ピット長（最短マーク長）の微小化が必要であるが、トラックピッチを狭くし過ぎると、RF信号特性におけるクロストークが大きくなり、十分なシステムマージンが確保できず、また、最短ピット長を小さくしすぎると、再生信号の分解能が低下して再生信号のジッタ値が悪化する。

このため、再生用の光ビームの光源の波長 λ が405nm、対物レンズの開口数NAが0.85の情報再生装置を用いて最適なトラックピッチの検討を重ねた。検討の結果、下表の測定結果が得られ、トラックピッチが0.24 μ m以上であれば、クロストーク信号がメイン信号に対して実用上問題にならないことが判明した。

トラックピッチ (μ m)	ジッタ値 (%)
0.20	7.6
0.22	7.0
0.24	6.5
0.26	5.6
0.28	5.4

また、上記の情報再生装置を用いて、最適な最短ピット長の検討を行い、良好な再生信号が得られる分解能を調査した結果、下表の測定結果が得られ、最短ピット長が0.12 μ m以上であれば、再生信号の分解能を十分に確保できることが判明した。

最短ピット長 (μ m)	ジッタ値 (%)
-------------------	----------

0. 1 0	8. 2
0. 1 1	6. 8
0. 1 2	6. 5
0. 1 3	5. 4
0. 1 4	5. 3

なお、光ディスク、ドライブの種々のマージンを考慮すると、光ディスクの特性を示すジッタ値は、6. 5 %以下であることが必要である。

ここで、上記の情報再生装置を用いて直径12 cmの光ディスクを再生して当該光ディスクの記憶容量を23. 3 GB以上にするためには、
 (最短ピット長) × (トラックピッチ) ≤ 0. 0512 μm²という関係式を満足しなければならない。例えば、記録容量を23. 3 GB、最短ピット長を0. 12 μmとした場合、トラックピッチの上限は約0. 43 μmとなる。同様に、記録容量を23. 3 GB、トラックピッチを0. 24 μmとした場合、最短ピット長の上限は約0. 21 μmとなる。

次に、23. 3 GB以上の記録容量を有する直径12 cmの光ディスクの製造方法について説明する。上記したように、23. 3 GB以上の記録容量を有する直径12 cmの光ディスクを作成するためには、トラックピッチが0. 24 μm以上0. 43 μm以下、最短ピット長が0. 12 μm以上0. 21 μm以下である基板を用いる必要がある。

例えば、25 GBの記録容量を有する直径12 cmの光ディスクを作成するため、まず、最短ピット長が0. 149 μm、トラックピッチが0. 32 μmのピット列が形成された基板を用意した。この基板としては、例えば、射出成形機によって作成されたポリカーボネート材料からなる基板を用いることができる。

次に、この基板に金属反射膜を成膜装置によって形成した。成膜装置としては、マグネトロンスパッタ装置、蒸着装置等の均一に金属反射膜を形成できるものを用いることができ、例えば、マグネトロンスパッタ装置を用い、成膜時間を変化させることによって金属反射膜の膜厚を制御することができる。なお、金属反射膜の材質及び膜厚等については後

述する。

次に、金属反射膜が上になるように光ディスクをスピコーターに設置し、紫外線硬化樹脂を滴下し、その上にポリカーボネートからなる厚さ $88\text{ }\mu\text{m}$ の透明なシートを乗せた。この状態でスピコーターにより光ディスクを回転させながら、紫外線硬化樹脂に紫外線を照射し、紫外線硬化樹脂の硬化後の厚さが $12\text{ }\mu\text{m}$ になるようにスピコーターの回転数を制御して金属反射膜上に膜厚 $100\text{ }\mu\text{m}$ の透明な樹脂層を形成した。この紫外線硬化樹脂としては、例えば、アクリル系樹脂を用いることができる。

上記のようにして、最短ピット長が $0.149\text{ }\mu\text{m}$ 、トラックピッチが $0.32\text{ }\mu\text{m}$ のピット列が形成された基板上に金属反射膜が形成され、その上に膜厚 $100\text{ }\mu\text{m}$ の樹脂層が形成された光ディスクを製造した。

次に、上記のようにして製造した光ディスクについて、再生信号の品質に対するピット深さ、金属反射膜の材料及び膜厚等を検討した。具体的には、製造した光ディスクを上記の情報再生装置にセットし、この情報再生装置により厚さ $100\text{ }\mu\text{m}$ の樹脂層を介して金属反射膜に光ビームを入射し、光ディスクから得られる再生信号を評価した。

まず、ピット深さに対する再生信号の品質の依存性について検討した。上記のようにして製造した光ディスクのピット深さを変化させて再生信号のばらつきを表すジッタ値を測定した。図1は、ピット深さに対するジッタ値の測定結果を示す図であり、横軸がピット深さ (nm) であり、縦軸がジッタ値 (%) である。なお、図1では、金属反射膜として膜厚 25 nm の純度 $99\text{ wt}\%$ のAl合金からなるものを用いたが、金属反射膜として $\text{Ag}98\text{ Pd}1\text{ Cu}1\text{ (wt}\%)$ (以下、AgPdCu合金という) からなるものを用いても以下と同様の結果が得られた。

一般に、十分なシステムマージンを確保するためには、ジッタ値を 6.5% 以下にする必要があり、図1からピット深さが 44 nm 以上 88 nm 以下である場合に、ジッタ値を 6.5% 以下にできることがわかった。作成した樹脂層の屈折率 n は 1.53 であり、光ビームの波長 λ は 40

5 nmであるため、上記の測定結果から、良質な再生信号が得られるピット深さDは、 $\lambda / (6 \times n)$ 以上 $\lambda / (3 \times n)$ 以下であることがわかった。

これは、以下の理由によるものと考えられる。すなわち、ピット深さは再生信号の振幅に影響を及ぼし、光学計算上では、ピット深さが $\lambda / (4 \times n)$ のときに振幅が最大となり、樹脂層の屈折率 n が 1.53、光ビームの波長 λ が 405 nm の場合、ピット深さが 66 nm 付近で最大になるが、多少振幅が小さくなっても、再生信号のジッタ値はほぼかわらない。しかしながら、ピット深さが $\lambda / (6 \times n)$ より浅い場合や、 $\lambda / (3 \times n)$ より深い場合は、十分な信号対ノイズ比（以下、S/N比と記載する。）が得られないため、再生信号のジッタ値が悪化するからである。

次に、金属反射膜の適切な膜厚について検討した。まず、ピット深さが $\lambda / (4 \times n)$ である基板を用意し、金属反射膜として、AgPdCu合金からなる金属反射膜と純度 99 wt % の Al 合金からなる金属反射膜の2種類についてその膜厚を変化させてジッタ値を測定した。図2は、AgPdCu合金からなる金属反射膜の膜厚に対するジッタ値の測定結果を示す図であり、図3は、Al合金からなる金属反射膜の膜厚に対するジッタ値の測定結果を示す図であり、それぞれ横軸が金属反射膜の膜厚 (nm) であり、縦軸がジッタ値 (%) である。

図2からAgPdCu合金の金属反射膜の場合、膜厚が25 nm以上70 nm以下のとき、ジッタ値を6.5 %以下にでき、また、図3からAl合金の金属反射膜の場合、膜厚が15 nm以上40 nm以下のとき、ジッタ値を6.5 %以下にできることがわかった。なお、金属反射膜の材質は、上記の例に特に限定されず、高い反射率が得られ、成膜装置によって基板に均一に形成できるものであれば、他の材質を用いてもよく、また、耐腐食性を向上させるために、Ndなどの希土類金属元素やTiやCrなどの遷移金属元素をAgやAlの反射膜材料に少量添加してもよい。

次に、金属反射膜の反射率について検討した。金属反射膜が薄くなると、反射光量が小さくなり、反射光量が小さくなると、媒体ノイズもそれに比例して小さくなるため、 S/N 比は変わらない。一方、システムノイズやレーザノイズは反射光量に依存せず、システムノイズやレーザノイズが媒体ノイズに比べて無視できる程度の低いレベルであれば、反射光量が小さくなっても再生信号の品質に影響しない。

しかしながら、反射光量が小さくなってシステムノイズやレーザノイズが媒体ノイズと同程度になると、反射光量の減少は再生信号の品質を悪化させる。また、金属反射膜の膜厚が同じでもその材質が異なる場合、反射率が異なるため、信号品質が悪化する膜厚が異なる。さらに、金属反射膜の膜厚が厚くなると、再生信号が悪化する。例えば、マグネトロンスパッタリング装置では Ar イオンによって叩き出されたターゲット上の金属原子が基板上に飛来して金属反射膜が形成され、この金属原子の大きさは成膜装置の構造や成膜の条件にも依存するが、最短ピットの底部には成膜されにくい傾向がある。

図4は、ピットを形成した基板上に $AgPdCu$ 合金からなる膜厚 100 nm の金属反射膜を形成した光ディスクの断面図である。図4に示すように、最短ピット11と、最短ピット11より長い長ピット12とが基板1上に形成されている場合、長ピット12より最短ピット11の方がその底部に金属反射膜2が成膜されにくいため、最短ピット11では、基板1上のピット形状よりも金属反射膜2を成膜した後のピット形状の方が小さくなり、ピット深さも深くなる現象が発生する。

この現象を見越して、最短ピット11を大きく記録するために記録パワーを大きくすると、最短ピット11の信号品質は改善されるが、記録パワーを大きくすることによって長ピット12の幅も大きくなり、隣接トラックからのクロストークが増大してジッタ値が悪化する。両者の信号品質の悪化要因を考慮して、 Al 合金及び $AgPdCu$ 合金の金属反射膜に適する基板を作成した結果、ジッタ値が悪化しない Al 合金の金属反射膜の最大膜厚は 40 nm であり、 $AgPdCu$ 合金の金属反射膜

の最大膜厚は70 nmであった。

上記の検討を基に、図2に示すAgPdCu合金の金属反射膜及び図3に示すAl合金の金属反射膜の各膜厚に対する反射率を測定した。図5は、AgPdCu合金からなる金属反射膜の膜厚に対する反射率の測定結果を示す図であり、図6は、Al合金からなる金属反射膜の膜厚に対する反射率の測定結果を示す図であり、それぞれ横軸が金属反射膜の膜厚(nm)であり、縦軸が反射率(%)である。なお、測定に使用した樹脂層の屈折率 n は、1.53であり、光ビームの波長 λ は405 nmである。

図5からAgPdCu合金の金属反射膜の場合、良好なジッタ値が得られる膜厚25 nm～70 nmの範囲に対して反射率は35%～70%となり、図6からAl合金の金属反射膜の場合、良好なジッタ値が得られる膜厚15 nm～40 nmの範囲に対して反射率は35%～70%となった。この結果、それぞれの再生信号の品質が保障できる金属反射膜の反射率は35%以上70%以下であることがわかった。

次に、上記のようにしてジッタ値の良い再生信号が得られるように、主情報領域に凹凸からなるピット列が主データとして形成された光ディスクの副情報領域に形成される媒体識別情報について詳細に説明する。図7は、光ディスクの主情報領域及び副情報領域の一例を示す図である。

図7に示す例では、光ディスクの外周部に主情報領域21(図中のハッチング部分)が設定され、その内側の円環状部分に副情報領域であるBCA領域22(図中の破線で示す2つの円の間の領域)が設定され、BCA領域22に媒体識別情報23がバーコードパターンで記録される。媒体識別情報23は、ポリカーボネート等の透明な樹脂層を金属反射膜上に形成した後に、光ディスクの表面から0.1 mmの深さにある金属反射膜にパルスレーザ(例えば、YAGレーザ)を照射して記録される。このとき、金属反射膜が熔融して表面張力により両側の境界部に蓄積される現象が起こっていると考えられる。このようにして、金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光ディス

クを個別に識別するための媒体識別情報を記録したBCA領域が作成される。

次に、光ディスクのBCA領域に媒体識別情報を記録する方法について詳細に説明する。なお、以下の例では、金属反射膜としてAg₉₈Pd₁Cu₁ (wt%)又はAl₉₉Cr₁ (wt%)からなる金属反射膜に対するBCA領域の記録方法を説明するが、同様の効果が得られれば、他の金属反射膜、相変化膜、又は光磁気記録膜にも本発明を同様に適応することができる。

図8は、BCA領域に媒体識別情報を記録する媒体識別情報記録装置の構成を示すブロック図である。図8に示す媒体識別情報記録装置は、DVD-ROMにBCA領域を作成するために用いられているBCAパターン記録装置であり、モータ101、回転制御部102、光ピックアップ103、レーザ駆動部104、波形設定部105、BCA信号生成部106、フォーカス制御部107、プリアンプ108及びシステム制御部109を備える。

回転制御部102は、モータ101の回転を制御する。モータ101は、光ディスク100を所定の回転数で回転させる。BCA信号生成部106は、光ディスク100に記録する媒体識別情報を変調してBCA信号を作成する。波形設定部105は、BCA信号を基にレーザ変調波形を成形する。レーザ駆動部104は、レーザ変調波形に応じて光ピックアップ103内の高出力レーザを駆動する。光ピックアップ103は、高出力レーザから発生する光ビームを内部の光学系を通して光ディスク100上に集光させる。プリアンプ108は、光ピックアップ103からの再生信号を増幅してフォーカス制御部107へ出力する。フォーカス制御部107は、光ディスク100の金属反射膜上に光ビームを集光させるために、プリアンプ108からの増幅信号を用いて光ピックアップ103内の対物レンズを制御する。システム制御部109は、回転制御部102、レーザ駆動部104、波形設定部105、BCA信号生成部106及びフォーカス制御部107の動作を総合的に制御する。

次に、上記のように構成された媒体識別情報記録装置の記録時の動作について説明する。まず、システム制御部109からの指示に基づき、回転制御部102はモータ101を駆動して光ディスク100を回転させる。レーザ駆動部104は光源として高出力レーザを駆動し、高出力レーザから出射された光ビームが光ピックアップ103から光ディスク100へ照射される。このとき、フォーカス制御部107によりフォーカス制御が行われ、高出力レーザから出射された光ビームを光ディスク100の金属反射膜上に集光させる。

ここで、光ディスク100からの反射光は、光ピックアップ103内の光検出器によって検出され、光検出器から電気信号として再生信号が出力される。この再生信号は、プリアンプ108を通じて増幅され、フォーカス制御部107に入力される。フォーカス制御部107は、増幅された再生信号に応じて光ピックアップ103の対物レンズを駆動して光ディスク100のフォーカス方向に微動させることにより、光ビームが光ディスク100の金属反射膜上に集光するように光ピックアップ103を制御する。

次に、システム制御部109は、位置検出器（図示省略）によって光ピックアップ103のトラッキング方向の位置を検出し、検出された位置情報を基に光ピックアップ103が副情報記録開始位置にあることを認識する。次に、システム制御部109は、BCA信号生成部106にBCA信号を生成するように指示し、波形設定部105からBCA信号が出力され、BCA記録シーケンスが開始され、BCA領域に媒体識別情報が記録される。

上記の媒体識別情報記録装置を用いて、AgPdCu合金からなる膜厚50nmの金属反射膜を形成した光ディスクのピット列や案内溝を形成していない部分にBCAパターン（バーコードパターン）の記録を試みた。しかしながら、レーザの出力パワーを大きくしても金属反射膜を除去した反射膜除去領域を作製することができなかった。

これは、Alの融点が660℃であるのに対して、Agの融点が96

0℃と高いので、AgPdCu合金の金属反射膜が溶融するために大きなエネルギーを必要とするためである。また、Alの熱伝導度が237 W/(m・K)であるのに対して、Agの熱伝導度が427 W/(m・K)と大きいため、AgPdCu合金の金属反射膜にレーザー光を照射しても熱伝導によって周囲に拡散してしまう熱量が大きいためである。なお、一般的に、金属の融点を下げるためには、異なる金属を混入して融点を下げることができるが、十分な反射率を確保する目的及び腐食を防ぐ目的から、金属反射膜におけるAgのwt%を97%以下に下げることとはできない。

次に、AgPdCu合金からなる膜厚50nmの金属反射膜を形成した光ディスクにおいて、DVD-ROMのBCA領域に用いられているトラックピッチ0.74μmでピット列を形成し、その部分にBCAパターンを記録した。このとき、所望の幅でBCAパターンを記録することができなかったため、情報を再生することはできなかったが、AgPdCu合金の金属反射膜の一部が溶融して、小さな反射膜除去部を形成することができた。これは、凹凸がある基板上の斜面には金属反射膜が形成されにくい傾向があるため、ピット斜面部の金属反射膜の膜厚が局部的に薄くなり、熱伝導が妨げられるためである。

図9は、ピットを形成した基板上に金属反射膜を形成し、さらに金属反射膜上に樹脂層を形成した光ディスクの断面図である。図9に示すように、ピット12を形成した基板1上に金属反射膜2を形成し、さらに金属反射膜2上に樹脂層3を形成すると、斜面部4に形成される金属反射膜2の膜厚は、ピット底部5及び平板部6に形成される金属反射膜2の膜厚より薄くなるため、周囲への熱伝導が小さくなる。このため、ピット列のトラックピッチを小さくして斜面部4の面積を大きくするほど、周囲への熱伝導が大きくなる。また、斜面部4では他の場所に比べて、金属反射膜2の単位体積が小さいため、融点に達するまでの熱容量が小さくなり、低い照射パワーで融点に達する。

上記の知見に基づき、ピット列を種々のトラックピッチで形成した基

板上にAgPdCu合金からなる膜厚50nmの金属反射膜を形成した光ディスクを用意し、BCAパターンを記録した。図10は、AgPdCu合金からなる50nmの金属反射膜を有する光ディスクに形成されたピット列のトラックピッチに対するBCA記録パワーのデフォーカスマージンの測定結果を示す図であり、その横軸がピット列のトラックピッチ(μm)であり、縦軸がデフォーカスマージン(%)である。

図10に示すように、 $0.54\mu\text{m}$ 以下のトラックピッチでピット列を形成した領域では、BCAパターンを記録することができ、媒体識別情報を再生することはできたが、 $0.54\mu\text{m}$ を超えるトラックピッチでピット列を形成した領域では、デフォーカスマージンを確保することができなかった。ここで、BCAパターンが記録できたという判断は、作成した光ディスクを評価機にセットして再生し、BCA領域に記録された媒体識別情報が正確に再生可能か否かを基準に行った。評価機には、再生用の光ビームの波長 λ が405nm、対物レンズの開口数NAが0.85の再生装置を用いた。

ここで、光ディスクの量産性を考慮した場合、金属反射膜の膜厚のバラツキ、BCA記録パワーの変動等が考えられるため、十分なデフォーカスマージンは20%以上必要である。図10から、20%以上のデフォーカスマージンが得られるトラックピッチは、 $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であることがわかった。このように、BCA領域に記録したピット列のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下の範囲で十分なデフォーカスマージンを確保することができ、媒体識別情報が記録可能である理由は以下のように推定される。

すなわち、BCA領域に記録したピット列のトラックピッチが $0.45\mu\text{m}$ を超える場合は、単位面積に占めるピット数が少ないため、ピットの斜面部の面積も小さくなり、熱伝導の遮断が充分に行われない。このため、デフォーカスによって金属反射膜に吸収される熱容量が変動すると、ノイズの小さなBCAパターンを記録できないからである。

一方、トラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ より狭い場合、ピットとピット

とが近づきすぎ、ピット間のランド部分の形成が不十分となり、ピットの斜面部の角度が小さくなる。このため、ピットの斜面部にも金属反射膜が形成されやすくなり、ピットの形成による熱伝導の遮断効果が小さくなるからである。なお、図10では、トラックピッチが $0.22\mu\text{m}$ までBCAパターンを記録及び再生することができたが、 $0.22\mu\text{m}$ より狭いトラックピッチでは、BCAパターンを記録することができなかったため、図10に示した $0.22\mu\text{m}$ 以下の点線は予想線である。

また、図10ではAgPdCu合金からなる膜厚 50nm の金属反射膜が形成された光ディスクにおけるデフォーカスマージンのトラックピッチ依存性を示したが、良好なジッタ値が得られる光ディスクではAg又はAg合金からなる金属反射膜の膜厚が 25nm 以上 70nm 以下であれば、BCA領域に記録されたピット列のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下の範囲で、上記と同程度のデフォーカスマージンを得ることができた。

同様に、ピット列のかわりに、案内溝を形成した光ディスクでも上記と同様の実験を行ったが、案内溝の場合でも案内溝の斜面部に金属反射膜が形成されにくい傾向はピット列と同様であるため、BCA領域に記録された案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下の範囲で、上記と同程度のデフォーカスマージンを得ることができた。

したがって、良好なジッタ値が得られる光ディスクではAg又はAg合金からなる金属反射膜の膜厚が 25nm 以上 70nm 以下の場合、BCA部に記録するピット列又は案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であれば、デフォーカスマージンを十分に確保することができた。

次に、金属反射膜としてAl99Cr1 (wt%) からなる金属反射膜（以下、Al反射膜という）を用いて作成した光ディスクについて説明する。まず、膜厚 30nm のAl反射膜を形成した光ディスクを用意し、上記の媒体識別情報記録装置を用いて、ピット列や案内溝を形成していない部分にBCAパターンの記録を試みた。この場合、Al反射膜

を除去した部分を形成することができ、また、BCAパターンとして記録した媒体識別情報も再生することができた。しかしながら、A1反射膜の膜厚がDVD-ROMに用いられている膜厚(50~70nm)よりも薄いため、十分なデフォーカスマージンを得ることができなかった。また、膜厚30nmのA1反射膜を形成した光ディスクにおいて、DVD-ROMのBCA領域に用いられているトラックピッチ $0.74\mu\text{m}$ でピット列を形成した領域にBCAパターンを記録したが、上記と同様の結果であった。

このため、ピット列を種々のトラックピッチで形成した基板上に膜厚30nmのA1反射膜を形成した光ディスクを用意し、BCAパターンを記録した。図11は、膜厚30nmのA1反射膜を有する光ディスクに形成されたピット列のトラックピッチに対するBCA記録パワーのデフォーカスマージンの測定結果を示す図であり、その横軸がピット列のトラックピッチ(μm)であり、縦軸がデフォーカスマージン(%)である。

A1反射膜の場合でも、上記と同様にBCA記録時のデフォーカスマージンは20%以上必要であるため、図11から、20%以上のデフォーカスマージンが得られるトラックピッチは、 $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であることがわかった。このように、DVD-ROMに比して薄い膜厚のA1反射膜を形成した光ディスクでも、BCA領域に記録したピットのトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下の範囲で十分なデフォーカスマージンを確保することができ、媒体識別情報が記録可能である理由は以下のように推定される。

すなわち、BCA領域に記録したピット列のトラックピッチが $0.45\mu\text{m}$ を超える場合は、A1反射膜の膜厚が薄いため、融点に達する熱容量が極めて小さくなり、BCAパターンのエッジ部分が良好に形成されず、BCA再生信号のノイズが高くなるからである。

一方、 $0.45\mu\text{m}$ 以下のトラックピッチでピット列を形成すると、トラックピッチが小さくなるにつれてBCAパターンのエッジ部分にピ

ットが形成されている確率が高くなり、溶融したA1反射膜はピットが形成されている部分で流動が抑制される。このため、小さなトラックピッチでピットが形成されている領域の方がBCAパターンのノイズが小さくなる。この結果、0.45 μm 以下のトラックピッチでピット列を形成すると、十分なデフォーカスマージンを実現可能なBCAパターンを記録することができる。

しかしながら、トラックピッチが0.24 μm より狭くなると、形成されるピットの斜面の角度が小さくなり、A1反射膜の流動を妨げる力が弱まり、十分なデフォーカスマージンが得られなくなるからである。

したがって、0.24 μm 以上0.45 μm 以下のトラックピッチでピット列を基板上に形成することにより、膜厚の薄いA1反射膜でも熱的制御が容易になり、A1反射膜をほぼ完全に除去して良好なBCAパターンを記録することができた。

なお、図11ではA199Cr1 (wt%) からなる膜厚30 nmの金属反射膜が形成された光ディスクにおけるデフォーカスマージンのトラックピッチ依存性を示したが、良好なジッタ値が得られる光ディスクではA1又はA1合金からなる金属反射膜の膜厚が15 nm以上40 nm以下であれば、BCA領域に記録されたピット列のトラックピッチが0.24 μm 以上0.45 μm 以下の範囲で、上記と同程度のデフォーカスマージンを得ることができた。

同様に、ピット列のかわりに、案内溝を形成した光ディスクでも上記と同様の実験を行ったが、案内溝の場合でも同様の効果が生じるため、BCA領域に記録された案内溝のトラックピッチが0.24 μm 以上0.45 μm 以下の範囲では、同程度のデフォーカスマージンを得ることができた。

次に、情報記録層として複数の金属反射膜が積層されて形成された多層光学記録媒体である多層光ディスクについて説明する。例えば、ピット列を形成した厚さ1.1 mmの第1のポリカーボネート基板上に、前述したマグネトロンスパッタリング装置によりA1からなる膜厚45 n

mの第1の金属反射膜を形成し、その上にピットを形成した厚さ $15\mu\text{m}$ の第2のポリカーボネート基板を当該基板のピットを形成していない側が接するように貼り合わせる。この接着には、例えば、接着性の強い光硬化性樹脂等を用いることができる。さらに、上記のようにして張り合わされた第2のポリカーボネート基板上にAgPdCuからなる膜厚 28nm の金属反射膜を形成し、その上に厚さ $70\mu\text{m}$ の透明な樹脂層を接着させる。この接着には、例えば、感圧性接着シート等を用いることができる。

上記のようにして作成された2層の光ディスクでも、BCA領域に記録されたピット列のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であれば、BCA記録時のフォーカスを合わせることで2層のうちのどちらにもBCAパターンを記録することができ、上記と同程度のデフォーカスマージンを得ることができた。

なお、多層光ディスクの作成方法は、上記の例に特に限定されず、透明な樹脂層を貼り合わせる前に、複数の基板を形成することにより光ディスクを多層化してもよい。この場合、光ディスクが多層化されてもBCA記録時にフォーカスを合わせることによって、所望の層にBCAパターンを記録することができる。また、透明な樹脂層の貼り合わせ及びポリカーボネート基板の接着に、光硬化性樹脂及び感圧性接着シートに代えて、ドライフォトポリマー等の接着性を有し且つ透明な媒体を用いてもよく、又は、透明な樹脂層を貼り合わせることなく、感圧性接着シートのみ又は光硬化性樹脂のみで透明な樹脂層を形成してもよい。

上記のように、本多層光ディスクでは、複数の層を貼り合わせることで記録密度を向上させることができるとともに、BCA領域に形成されたピット列又は案内溝のトラックピッチを $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下に設定することにより、BCAパターンの記録時にレーザ光のフォーカスをピット列又は案内溝が形成された金属反射膜に焦点を合わせて適切なレーザパワーを加え、ノイズが低く且つ所望の幅のBCAパターンを記録することができた。

なお、再生専用光ディスクでは、光ディスクの記録時間が短いほどコストを削減することができるため、上記の各例において、B C A領域のピット列又は案内溝と主情報領域のピット列とは、同時に形成されることが望ましい。また、B C A領域のピット列又は案内溝のトラックピッチと主情報領域のピット列のトラックピッチが大きく異なっていると、原盤製造時のディスク回転数を不連続に大きく変化させたり、また、主情報領域とB C A領域とが隣接しているため、できる限り短時間でディスク回転数を所望の回転数に制御しなければならないので、線速度が常に一定となるように、主情報領域のピット列のトラックピッチとB C A領域のピット列又は案内溝のトラックピッチは等しいことが好ましい。

産業上の利用可能性

上記のように、本発明によれば、より短波長の再生用光ビームで且つより高い開口数の光学系を用いて、DVD再生専用光ディスクより高密度にデータを記録することができるとともに、金属反射膜の固有値である熱伝導度や融点が異なっても、従来の媒体識別情報記録装置を用いて十分なデフォーカスマージンを確保可能な媒体識別情報を記録することができ、光記録媒体、例えば、情報の再生に用いられる円盤状の光ディスク等に好適に利用することができる。

請求の範囲

1. 主データとしてピット列が形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、前記金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有し、前記金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生される光記録媒体であって、

前記副情報領域において前記基板上にピット列又は案内溝が形成され、前記ピット列又は案内溝のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光記録媒体。

2. 前記金属反射膜の反射率は、波長 405nm の光ビームに対して 35% 以上 70% 以下であることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

3. 前記金属反射膜は Ag 又は Ag 合金材料からなり、前記金属反射膜の膜厚は 25nm 以上 70nm 以下であることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

4. 前記金属反射膜は Al 又は Al 合金材料からなり、前記金属反射膜の膜厚は 15nm 以上 40nm 以下であることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

5. 前記光ビームの光源の波長を λ 、前記金属反射膜上に形成された樹脂層の屈折率を n としたときに、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝の深さ D は、 $\lambda / (6 \times n) \leq D \leq \lambda / (3 \times n)$ の関係式を満たすことを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

6. 前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列の深さは、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝の深さと等しいことを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

7. 前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列のトラックピッチは $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.43\mu\text{m}$ 以下であり、前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列の最短ピット長は $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.21\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

8. 前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列のトラックピッチは、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝のトラックピッチと等しいことを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

9. 前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列のトラックピッチ及び前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝のトラックピッチは、 $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.43\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項8記載の光記録媒体。

10. 前記金属反射膜として複数の金属反射膜が積層されて形成された多層光学記録媒体であることを特徴とする請求項1記載の光記録媒体。

11. 主情報領域に主データとしてピット列が形成され、副情報領域にトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であるピット列又は案内溝が形成された基板を準備する第1ステップと、

前記基板上に金属反射膜を形成する第2ステップと、

前記金属反射膜上に樹脂層を形成する第3ステップと、

前記副情報領域の金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複

数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録する第4ステップとを含むことを特徴とする光記録媒体の製造方法。

12. 前記第2ステップは、波長405nmの光ビームに対して反射率が35%以上70%以下である金属反射膜を形成するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の光記録媒体の製造方法。

13. 前記第2ステップは、Ag又はAg合金材料からなる金属反射膜を、その膜厚が25nm以上70nm以下になるように形成するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の光記録媒体の製造方法。

14. 前記第2ステップは、Al又はAl合金材料からなる金属反射膜を、その膜厚が15nm以上40nm以下になるように形成するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の光記録媒体の製造方法。

15. 前記第1ステップは、前記光ビームの光源の波長を λ 、前記金属反射膜上に形成された樹脂層の屈折率を n としたときに、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝の深さ D が、 $\lambda / (6 \times n) \leq D \leq \lambda / (3 \times n)$ の関係式を満たすように、前記副情報領域のピット列又は案内溝を形成するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の光記録媒体の製造方法。

16. 前記第1ステップは、前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列の深さが、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝の深さと等しくなるように、前記主情報領域にピット列を形成するとともに、前記副情報領域にピット列又は案内溝を形成するステップを含むことを特徴とする請求項11に記載の光記録媒体の製造方法。

17. 前記第1ステップは、前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列のトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.43\mu\text{m}$ 以下になり、且つ前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列の最短ピット長が $0.12\mu\text{m}$ 以上 $0.21\mu\text{m}$ 以下になるように、前記主情報領域にピット列を形成するステップを含むことを特徴とする請求項11記載の光記録媒体の製造方法。

18. 前記第1ステップは、前記主情報領域において前記基板上に形成されたピット列のトラックピッチが、前記副情報領域において前記基板上に形成されたピット列又は案内溝のトラックピッチと等しくなるように、前記主情報領域にピット列を形成するとともに、前記副情報領域にピット列又は案内溝を形成するステップを含むことを特徴とする請求項11記載の光記録媒体の製造方法。

19. 前記第1ステップは、前記主情報領域のピット列と前記副情報領域のピット列又は案内溝とを同時に形成するステップを含むことを特徴とする請求項11記載の光記録媒体の製造方法。

20. 主データとしてピット列が形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、前記基板上にトラックピッチが $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下であるピット列又は案内溝が形成され、前記金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有する光記録媒体の前記金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生することを中心とする光記録媒体の再生方法。

要 約 書

光記録媒体は、主データとしてピット列が形成された基板上に金属反射膜を形成した主情報領域と、前記金属反射膜を部分的に除去して反射膜除去領域を複数個形成することにより光記録媒体を個別に識別するための媒体識別情報を記録した副情報領域とを有し、前記金属反射膜に対して光ビームを照射することにより情報を再生する光記録媒体であって、前記副情報領域において前記基板上にピット列又は案内溝が形成され、前記ピット列又は案内溝のトラックピッチは $0.24\mu\text{m}$ 以上 $0.45\mu\text{m}$ 以下である。

図 1

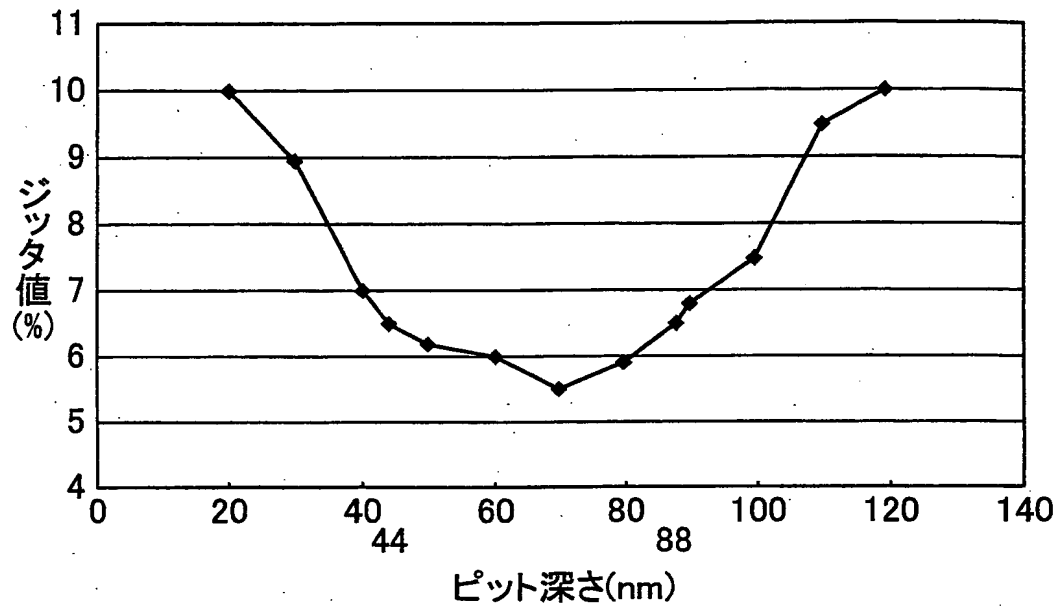


図 2

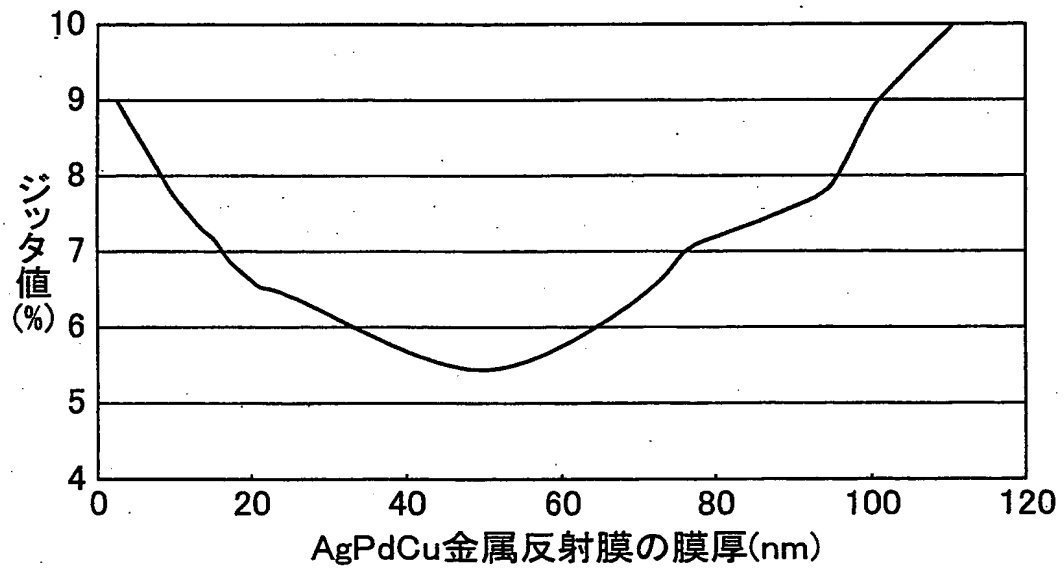


図3

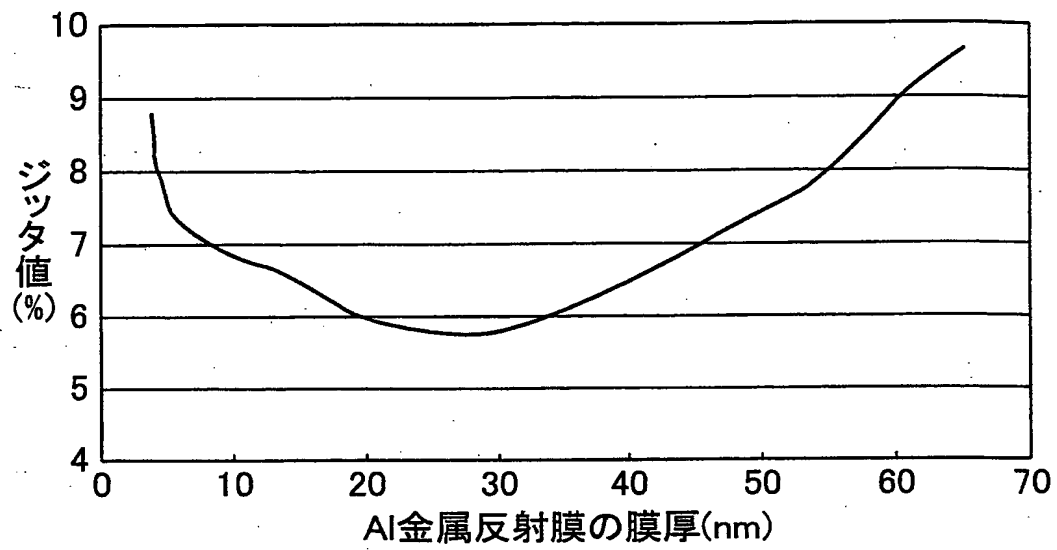


図4

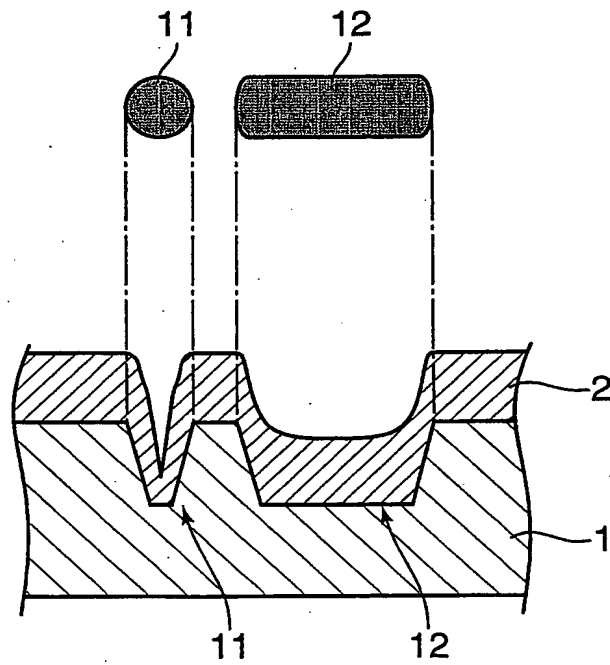


図5

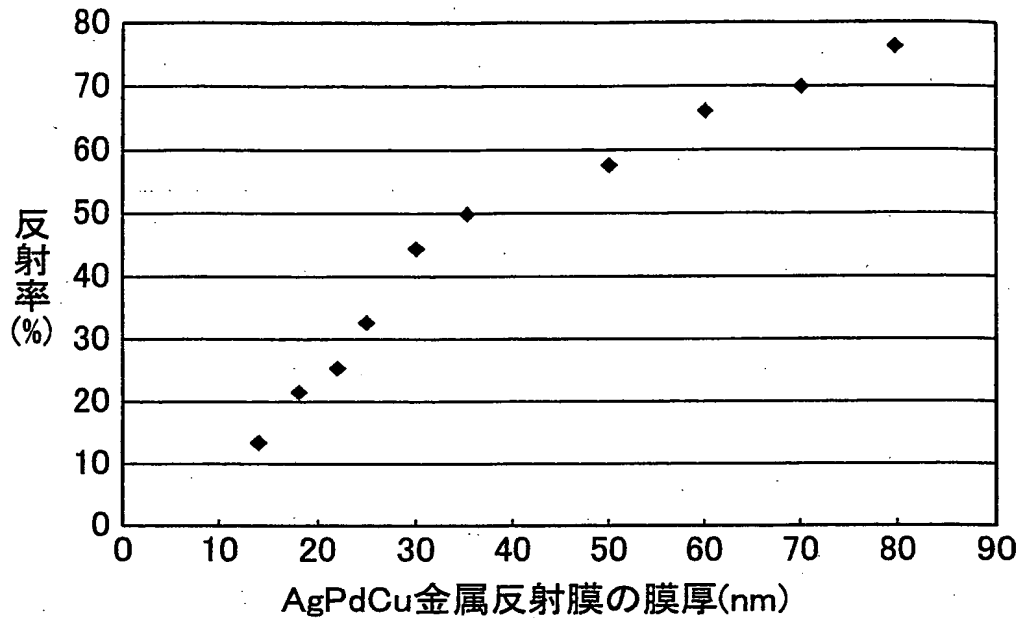


図6

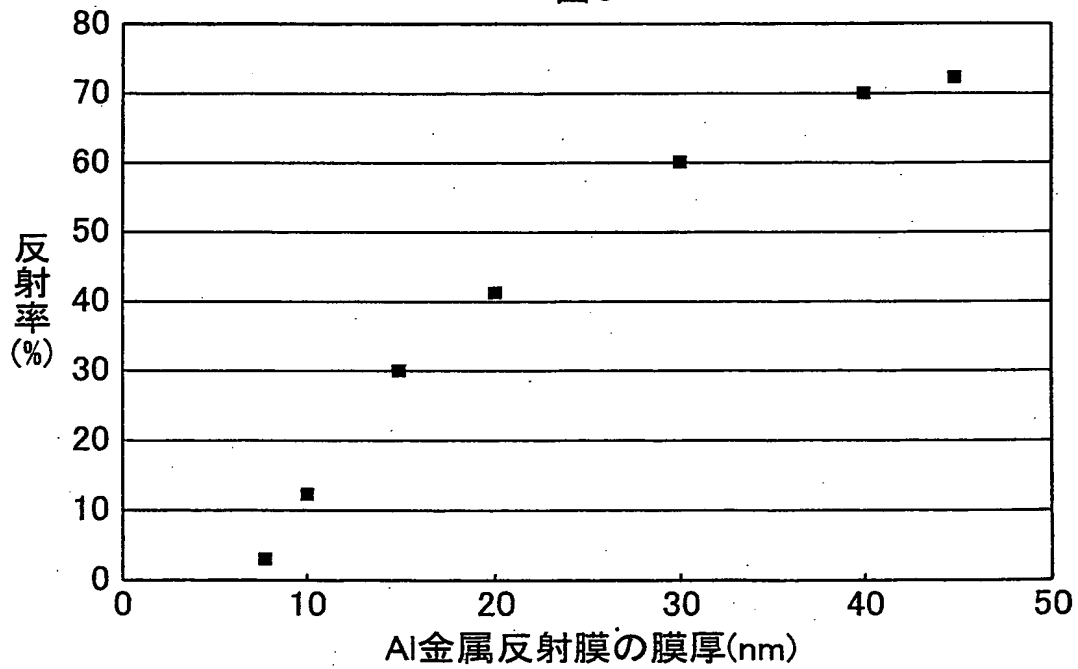


図7

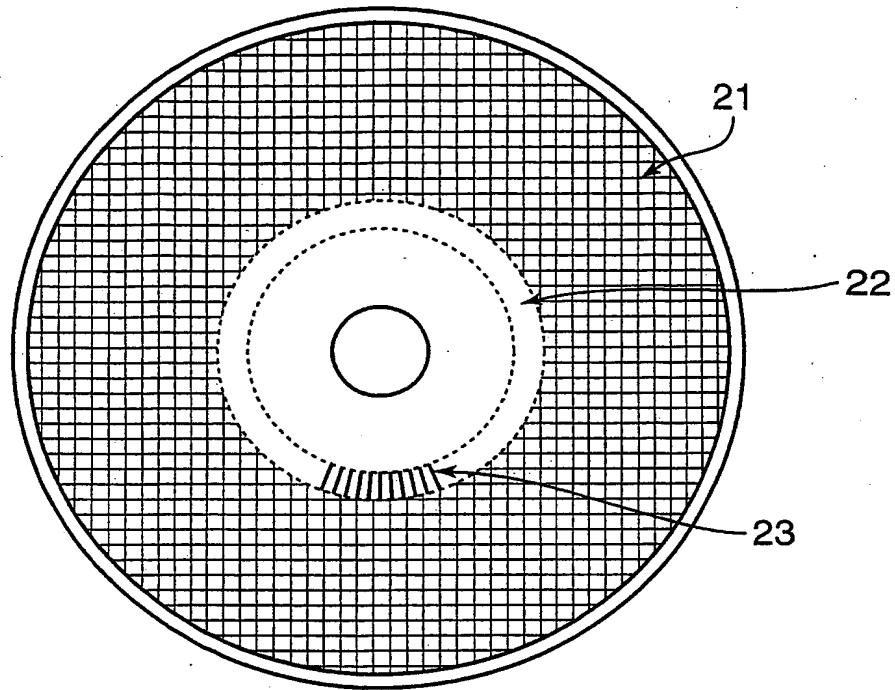


図8

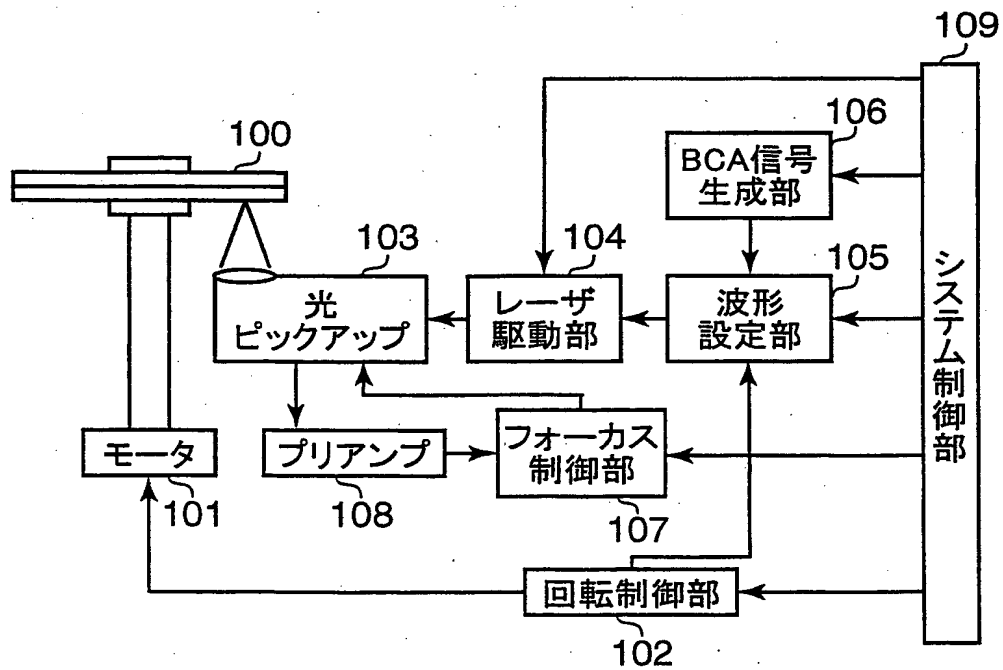


图9

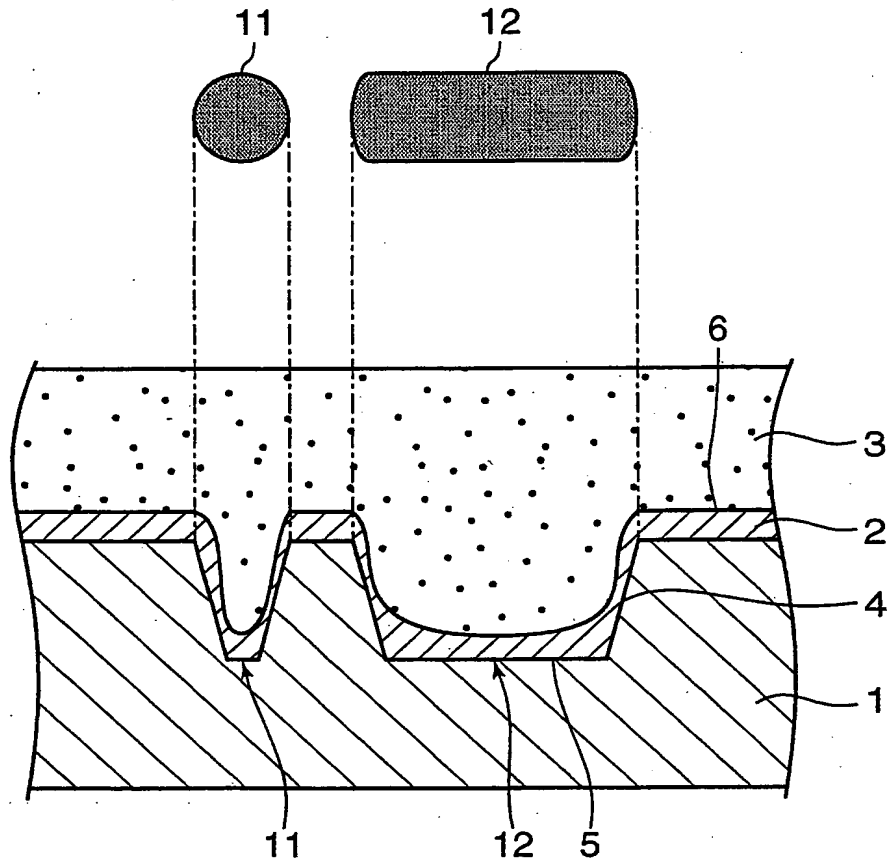


図10

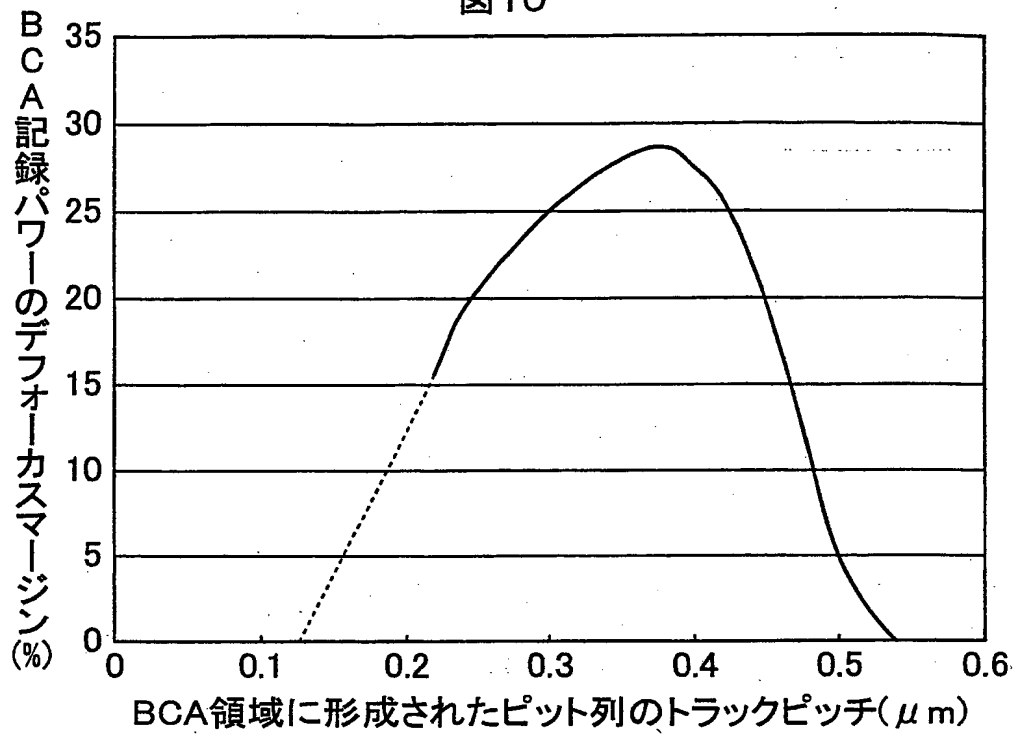


図11

